

Introducción

Mecánica



Una explicación del movimiento según una **teoría** en particular.



Conjunto de leyes encontrado y verificado por el método científico

Método científico



Una metodología utilizada para entender el funcionamiento del universo basado sobre la observación de fenómenos, la deducción de hipótesis, y verificación por mediciones y experimentos.

OJO Conceptos populares (pseudocientífico) como astrología, telepatía, telekinesis, percepción extrasensorial no pasan las pruebas del método científico.

Deducción de hipótesis, y verificación por mediciones y experimentos, pero ... ¿que se mide en la física?

Propiedades físicas: Hay 2 tipos: **fundamentales** o **derivadas**

Entendimiento global de un estándar de mediciones. En la ciencia se utiliza el sistema internacional SI (mks).

Algunas **propiedades fundamentales** con sus **unidades**:

- Largo [m] metro
- Masa [kg] **kilo**gramo
- Tiempo [s] segundo
- Temperatura [K] Kelvin
- Carga eléctrica [C] Coulomb

Prefijos mas comunes del sistema métrico

mega (M)	$\times 10^6$
kilo (k)	$\times 10^3$
centi (c)	$\times 10^{-2}$
mili (m)	$\times 10^{-3}$
micro (μ)	$\times 10^{-6}$
nano (n)	$\times 10^{-9}$

Propiedades derivadas consisten de combinaciones matemáticas entre propiedades fundamentales

Ej.
$$\text{rapidez} = \frac{\text{largo}}{\text{tiempo}} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{largo}^3} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

Una mecánica se divide en dos partes:
la **cinemática** y la **dinámica**.

Cinemática



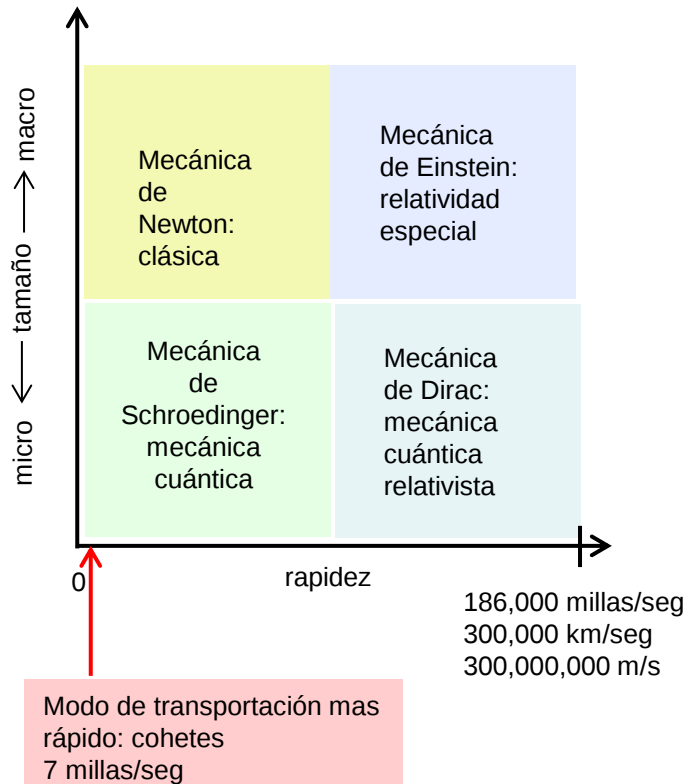
Una descripción matemática del movimiento.

Dinámica



Una explicación del movimiento y de sus cambios.

El movimiento se explica según el tamaño y cuan rápido se mueve el cuerpo.



Mecánica de Newton:

- Propiedades fundamentales son absolutas: no dependen del movimiento
- No hay limites en el movimiento

Mecánica de Einstein:

- Propiedades fundamentales no son absolutas, son relativas: dependen del movimiento
- Nada se mueve mas rápido que la luz
- Rapidez de la luz $c = 2.99 \times 10^8$ m/s

Mecánica de Schroedinger:

- No se puede predecir con precisión el estado futuro del universo físico

Mecánica de Dirac:

- La aplicación de la teoría de Einstein a la mecánica cuántica. Postula la existencia de un electrón positivo: el positrón.

OJO Estudiaremos la mecánica de Newton durante el semestre.

Cinemática y movimiento en una línea recta (1D)

¿Como sabemos que los cuerpos están en movimiento?

¡Hay un cambio en la **posición**!

Llamamos un cambio de posición un **desplazamiento**.

Posición



La posición de un cuerpo se define por su distancia a un punto de referencia y en que dirección tiene con respecto a ese punto de referencia.

OJO Una propiedad física que involucra una dirección se llama un **vector**. La que no involucra una dirección se llama un **escalar**.

Simbolizamos la posición con la variable $\vec{x}$. La magnitud $|\dots|$ de la posición es una distancia. Como no se asocia una dirección a una distancia, es un escalar. La magnitud de un vector siempre da un escalar.

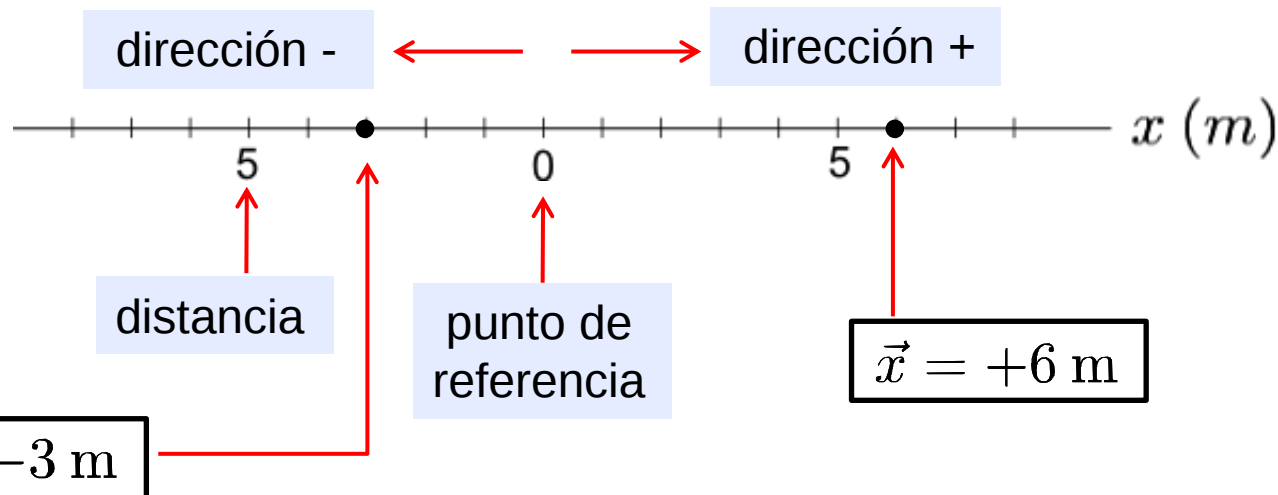
indica un vector

$$|\vec{x}| = x$$

magnitud de
la posición

distancia

OJO La posición en el movimiento horizontal $\rightarrow \vec{x}$
La posición en el movimiento vertical $\rightarrow \vec{y}$
La posición en el movimiento 2-D o 3-D $\rightarrow \vec{r}$



Desplazamiento

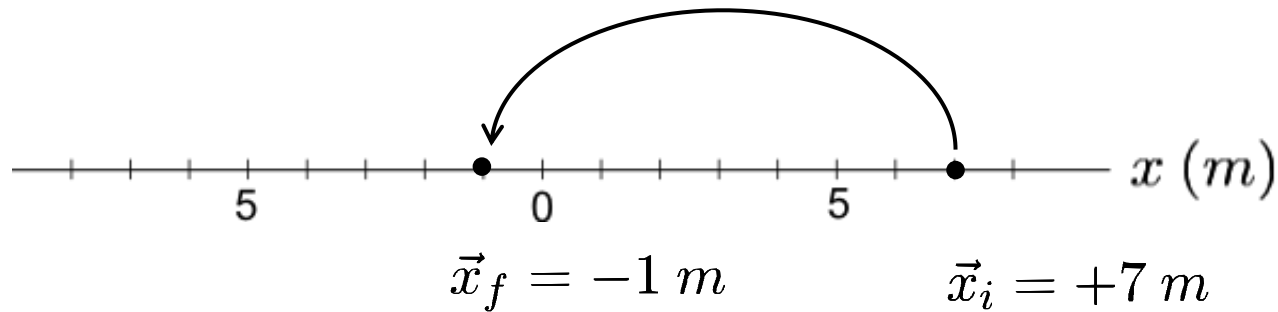


Un cambio de posición. Simbolizado con $\Delta \vec{x}$.

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i$$



letra griega delta mayúscula significa algo final menos algo inicial



$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i = -1 m - (+7 m) = -8 m$$



indica la dirección de movimiento

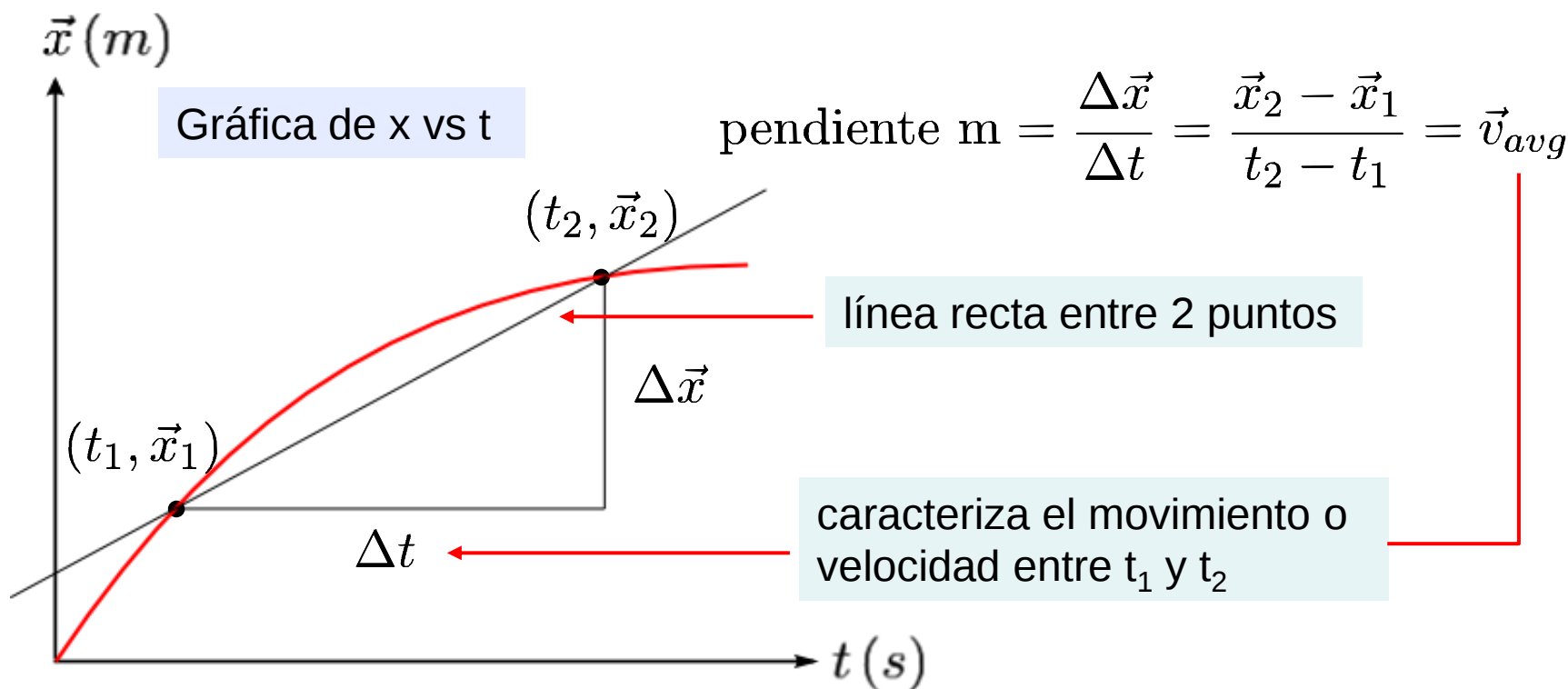
Podemos caracterizar el movimiento con los conceptos de rapidez y velocidad.

Velocidad promedio



La velocidad promedio es un desplazamiento dividido por un intervalo de tiempo. Es simbolizado por $\vec{v}_{avg}$ y es un vector.

$$\vec{v}_{avg} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \left[\frac{m}{s} \right]$$



Rapidez promedio



La rapidez promedio es la distancia total que recorre un cuerpo durante un intervalo de tiempo. Es simbolizado por s_{avg} y es un escalar.

$$s_{avg} = \frac{d}{t} \left[\frac{m}{s} \right]$$

OJO La magnitud de la velocidad promedio **no es igual** a la rapidez promedio.

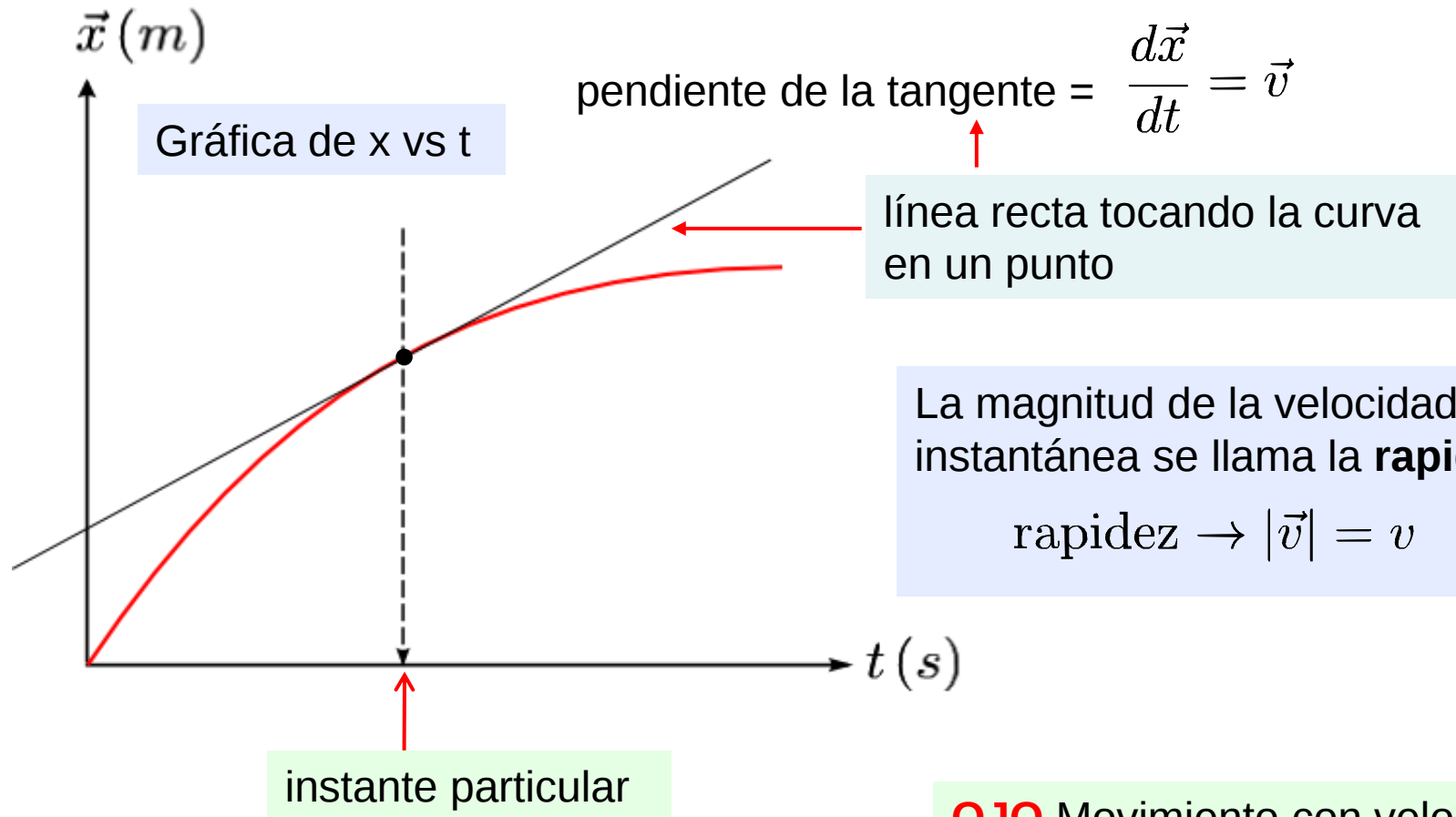
$$s_{avg} \neq |\vec{v}_{avg}|$$

Velocidad instantánea



La velocidad instantánea $\vec{v}_{inst}$ es la velocidad que tiene el cuerpo en un instante particular.

$$\vec{v}_{inst} = \vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{d\vec{x}}{dt}$$



OJO Movimiento con velocidad constante se reconoce como un **movimiento uniforme**.

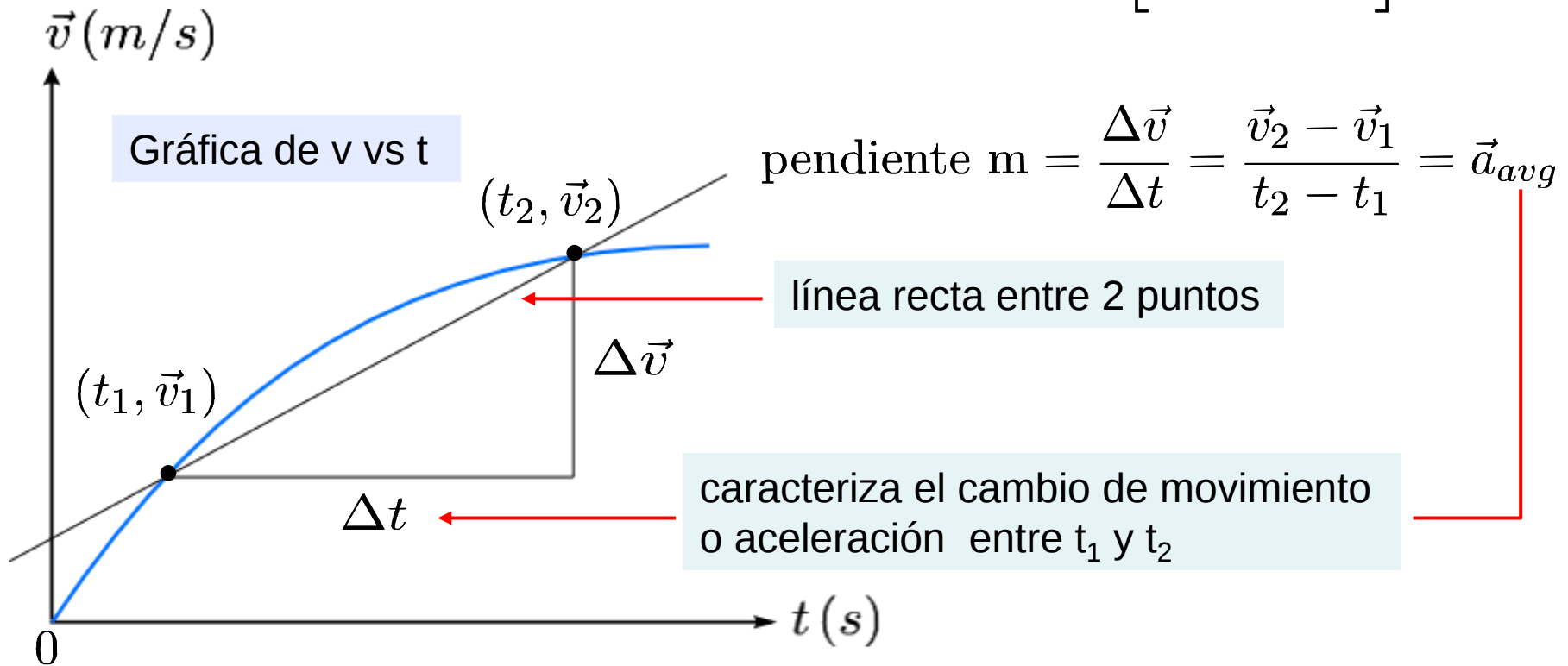
Podemos caracterizar los cambios en el movimiento con los conceptos de aceleración y sobreaceleración.

Aceleración promedio



La aceleración promedio $\vec{a}_{avg}$ es definido como un cambio de velocidad dividido por un intervalo de tiempo.

$$\vec{a}_{avg} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \left[\frac{m/s}{s} = \frac{m}{s^2} \right]$$

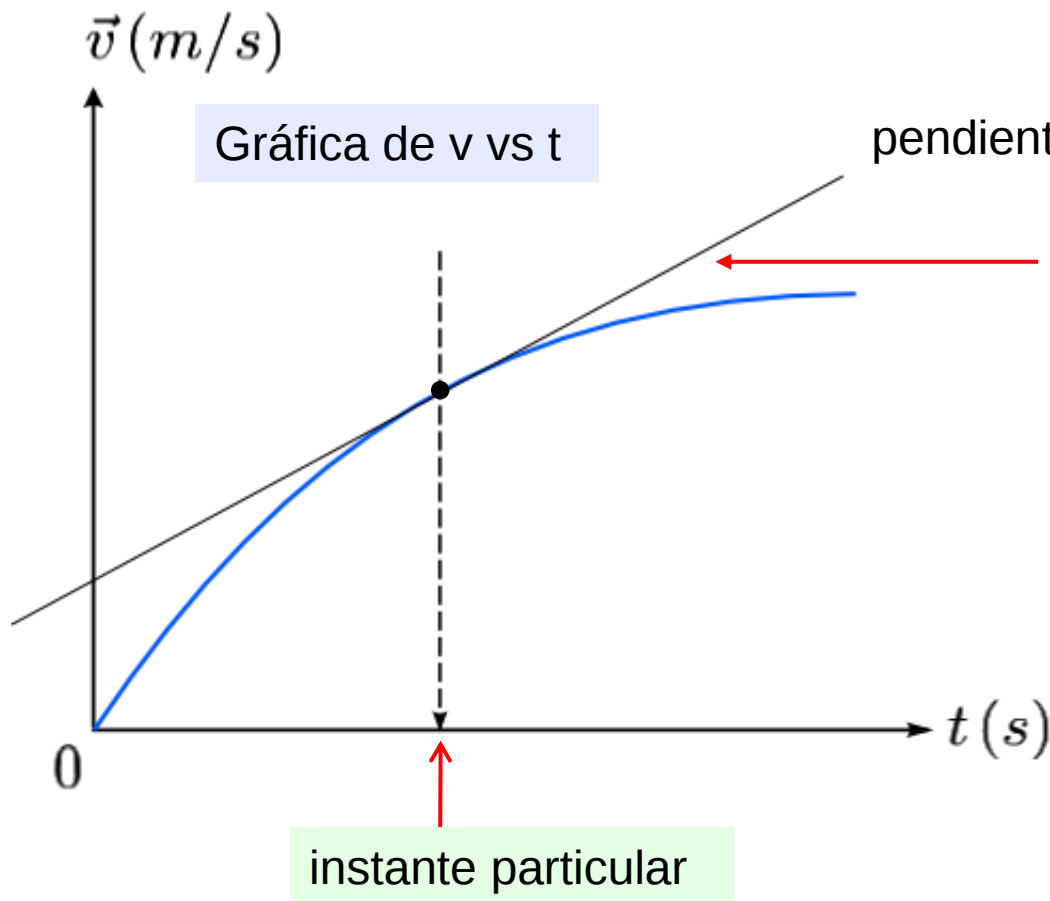


Aceleración instantánea



La aceleración $\vec{a}$ que tiene un cuerpo en un instante particular. Es un vector.

$$\vec{a}_{inst} = \vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{x}}{dt^2}$$



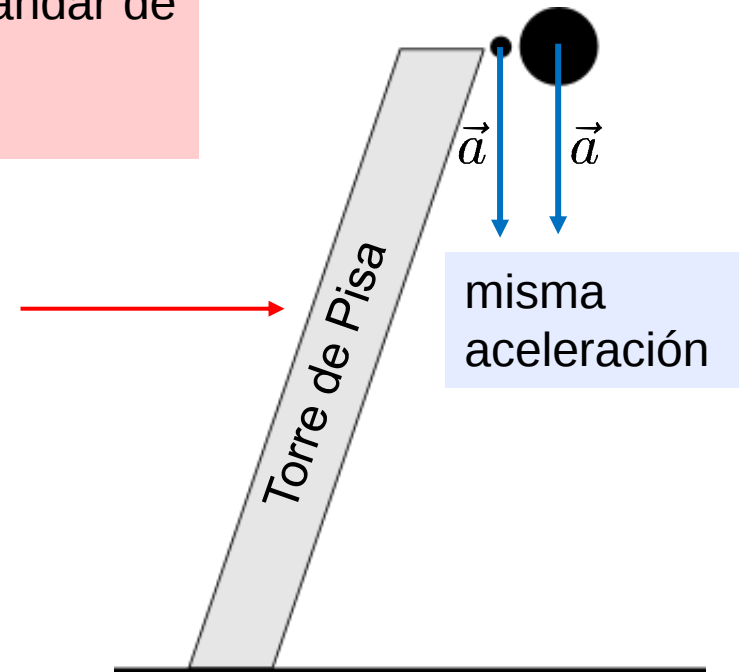
OJO Movimiento con aceleración constante se reconoce como un **movimiento uniformemente acelerado**.

Caída libre

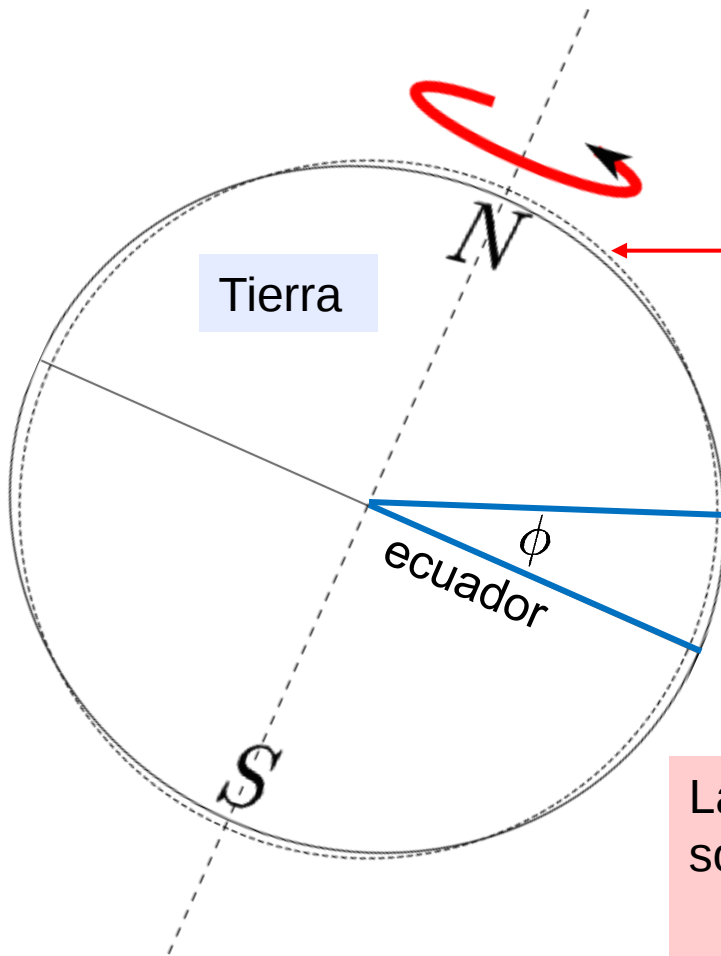
La **caída libre** se refiere a la caída de los cuerpos en ausencia de aire. La aceleración debido a la fuerza de gravedad que la Tierra ejerce sobre los cuerpos (**cerca de la superficie de la Tierra**) que caen **no importa la masa** tiene un valor estándar de

$$\vec{a}_g = -9.8 \text{ m/s}^2$$

Ese resultado fue predicho por Galileo Galilei en 1589.



En realidad, la aceleración debida a la gravedad **no es constante**, depende donde estamos en la superficie de la Tierra debido que la Tierra **no es una esfera perfecta** (es aplastada) y también **rota**.



Mas lejos del centro de la Tierra **menor** es la aceleración debido a la gravedad.

esfera perfecta (línea entrecortada) con radio de 6,371 km

Tierra: diferencia entre el radio a los polos y el radio al ecuador es 21 km

La aceleración debido a la gravedad depende sobre la latitud ϕ como lo siguiente:

$$a_g = 9.83209 - 0.05179 \cos^2 \phi \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Ecuaciones de la cinemática

Típicamente encontramos que las **fuerzas** actuando sobre los cuerpos son **constantes** y veremos que eso resulta en **aceleraciones constantes**.

Entonces si suponemos que $\vec{a}$ es constante, podemos desarrollar relaciones matemáticas entre las variables de la cinemática.

2^{nda} ecuación de la cinemática

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \xrightarrow{\text{manipular}} d\vec{v} = \vec{a} dt$$

$$\int_{v_i}^{v_f} d\vec{v} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{a} dt \xleftarrow{\text{integrar}}$$

$$\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a} \Delta t \quad \downarrow \text{evaluar}$$

1^{era} ecuación de la cinemática

$$\begin{array}{ccc} \vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} & \xrightarrow{\text{manipular}} & d\vec{x} = \vec{v} dt \\ & \searrow \text{sustituir} & \uparrow \\ & \vec{v} = \vec{v}_i + \vec{a} t & \\ & & d\vec{x} = (\vec{v}_i + \vec{a} t) dt = \vec{v}_i dt + \vec{a} t dt \leftarrow \\ & \downarrow \text{integrar} & \\ \int_{x_i}^{x_f} d\vec{x} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{v}_i dt + \int_{t_i}^{t_f} \vec{a} t dt & & \\ & \downarrow \text{evaluar} & \\ \vec{x}_f = \vec{x}_i + \vec{v}_i \Delta t + \frac{1}{2} \vec{a} (\Delta t)^2 & & \end{array}$$

3^{era} ecuación de la cinemática

$$\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a} \Delta t \xrightarrow{\text{despejar por } \Delta t} \Delta t = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\vec{a}}$$

$$\vec{x}_f = \vec{x}_i + \vec{v}_i \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\vec{a}} + \frac{1}{2} \vec{a} \left(\frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\vec{a}} \right)^2 \xleftarrow{\text{sustituir en la 1}^{\text{era}}}$$

$$\downarrow \text{manipular}$$
$$\vec{x}_f - \vec{x}_i = \frac{\vec{v}_i \vec{v}_f - \vec{v}_i \vec{v}_i}{\vec{a}} + \frac{1}{2} \frac{(\vec{v}_f - \vec{v}_i)^2}{\vec{a}}$$

$$\downarrow \text{manipular}$$
$$2\vec{a}(\vec{x}_f - \vec{x}_i) = 2\vec{v}_i \vec{v}_f - 2\vec{v}_i^2 + \vec{v}_f^2 - 2\vec{v}_f \vec{v}_i + \vec{v}_i^2$$

$$\downarrow \text{cancelando términos}$$
$$2\vec{a}(\vec{x}_f - \vec{x}_i) = \vec{v}_f^2 - \vec{v}_i^2$$

$$\downarrow$$
$$v_f^2 = v_i^2 + 2 \vec{a} \cdot \Delta \vec{x}$$

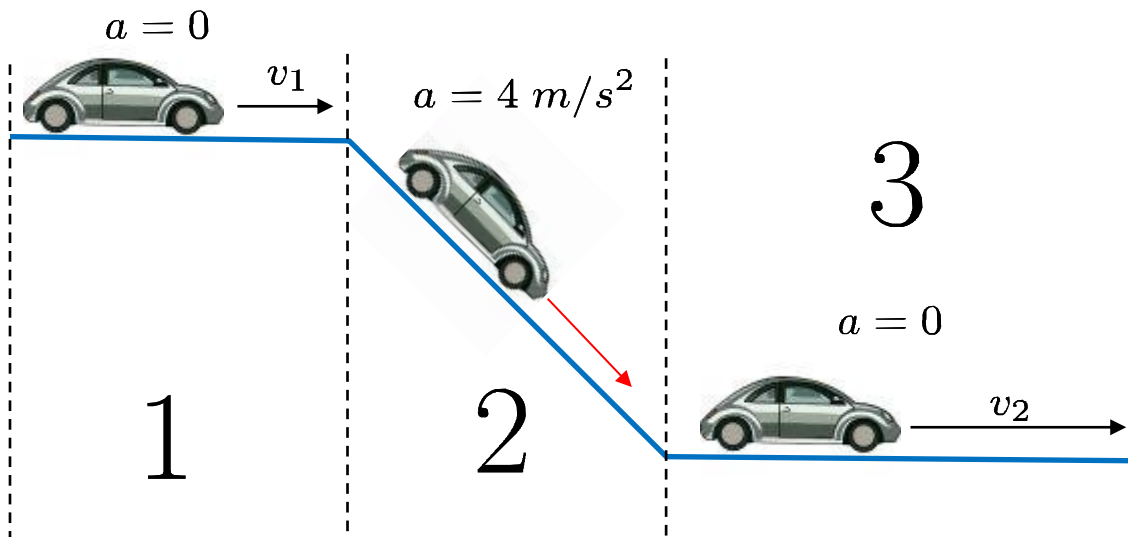
Las 3 ecuaciones de la cinemática:

$$\vec{x}_f = \vec{x}_i + \vec{v}_i \Delta t + \frac{1}{2} \vec{a} (\Delta t)^2$$

$$\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a} \Delta t$$

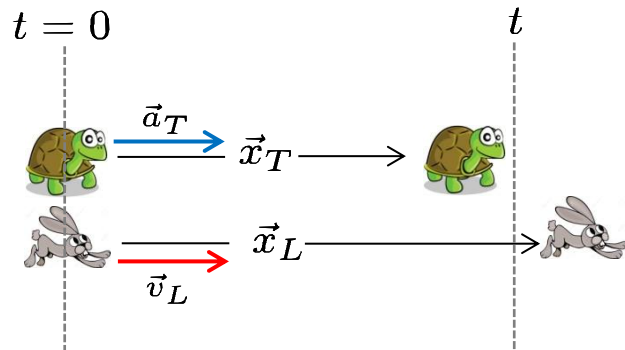
$$v_f^2 = v_i^2 + 2 \vec{a} \cdot \Delta \vec{x}$$

OJO La **aceleración** tiene que ser **constante**. Si tiene una situación que tiene 2 aceleraciones dividir la situación en dos (o mas) partes donde cada una de las partes tiene una aceleración constante y donde las ecuaciones de la cinemática se aplican de forma separada.

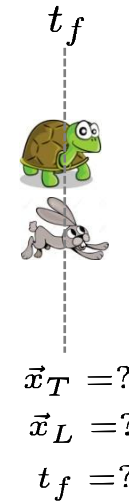


Ejemplo 2

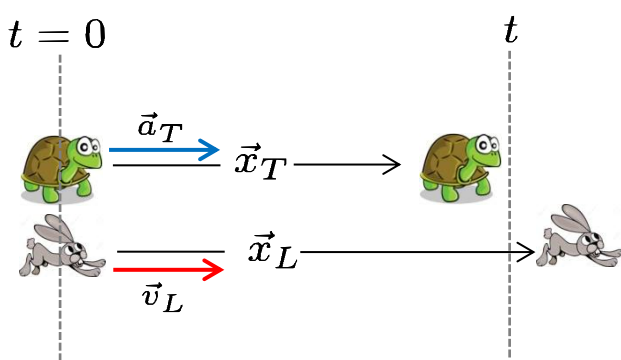
La carrera de la liebre y de la tortuga



$$\begin{aligned}
 x &= 0 \\
 \vec{v}_{iT} &= 0 \\
 \vec{a}_T &= 0.001 \text{ m/s}^2 \\
 \vec{v}_L &= 10 \text{ m/s} \\
 \vec{a}_L &= 0
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \vec{x}_T &=? \\
 \vec{x}_L &=? \\
 t_f &=?
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 x &= 0 \\
 \vec{v}_{iT} &= 0 \\
 \vec{a}_T &= 0.001 \text{ m/s}^2 \\
 \vec{v}_L &= 10 \text{ m/s} \\
 \vec{a}_L &= 0
 \end{aligned}$$

utilizando la 1^{ra} ecuación para describir la posición

$$\vec{x}_{fT} = \vec{x}_{iT} + \vec{v}_{iT}\Delta t + \frac{1}{2}\vec{a}_T(\Delta t)^2 \rightarrow \vec{x}_{fT} = (0) + (0) + \frac{1}{2}(0.001 \text{ m/s}^2)(t_f - 0)^2$$

$$\vec{x}_{fL} = \vec{x}_{iL} + \vec{v}_{iL}\Delta t + \frac{1}{2}\vec{a}_L(\Delta t)^2 \rightarrow \vec{x}_{fL} = (0) + (10 \text{ m/s})(t_f - 0) + (0)$$

$$\vec{x}_{fT} = (0.0005 \text{ m/s}^2) t_f^2$$

$$\vec{x}_{fL} = (10 \text{ m/s}) t_f$$

3 desconocidos
nos falta otra
ecuación

PERO... $\vec{x}_{fT} = \vec{x}_{fL}$ a t_f

$$\begin{aligned}
 (0.0005 \text{ m/s}^2) t_f^2 &= (10 \text{ m/s}) t_f \\
 (0.0005 \text{ m/s}^2) t_f^2 - (10 \text{ m/s}) t_f &= 0
 \end{aligned}$$

$$t_f(0.0005 t_f - 10 \text{ s}) = 0$$

$$t_f = 0 \text{ o } t_f = \frac{10 \text{ s}}{0.0005} = 20,000 \text{ s}$$

Sustituir en la posición final del liebre

$$\vec{x}_{fL} = (10 \text{ m/s}) t_f$$

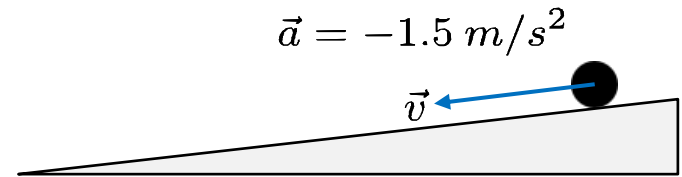
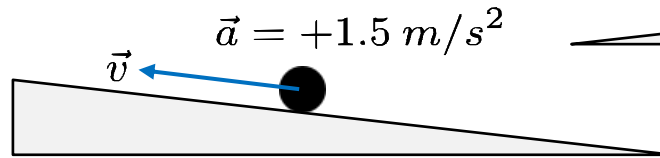
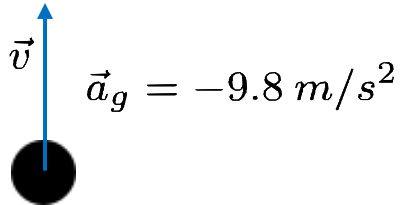
$$\vec{x}_{fL} = (10 \text{ m/s})(20,000 \text{ s})$$

$$\begin{aligned}
 \vec{x}_{fL} &= 200,000 \text{ m} = \vec{x}_{fT} \\
 &= 200 \text{ km}
 \end{aligned}$$



Aspecto vectorial de la aceleración

¿Que significa la dirección (o signo) de la aceleración?



No tiene nada que ver con la dirección de movimiento del cuerpo.

La **dirección o signo** indica la **dirección** que el cuerpo tiene que mover para que su **rapidez aumenta**.

